

# Analisa Tegangan Pada Pipa Proses 4 Line P-239005-PR33-HC115 Di PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama

Andri Suharsono<sup>1\*</sup>, Raden Dimas Endro W, ST., MT<sup>2</sup>, Mardi Santoso, ST., M.Eng.Sc<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email: [\\*andrisuharsono.as@gmail.com](mailto:andrisuharsono.as@gmail.com)<sup>1</sup>; [\\*dimasend@gmail.com](mailto:dimasend@gmail.com)<sup>2</sup>; [\\*mardisantoso@gmail.com](mailto:mardisantoso@gmail.com)<sup>3</sup>

## Abstrak

*Trans Pacific Petrochemical Indotama atau TPPI adalah perusahaan petrokimia dan refinery terbesar di Asia Tenggara dirintis pada tahun 1995 oleh Tirtamas yang termasuk pabrik penghasil produk-produk Aromatic. Dalam distribusinya PT.TPPI sangat mengandalkan system perpipaan untuk melancarkan transportasi fluida, namun kerusakan system perpipaan terjadi di PT.TPPI tidak dapat dihindari. Pada instalasi system perpipaan dari Heater02 menuju Reaktor mengalami retak (crack) dan mengakibatkan kebakaran. Hal ini mengakibatkan kerugian besar karena pabrik berhenti beroperasi  $\pm 1$  minggu. Dalam hal ini system perpipaan yang aman sangat penting untuk menunjang distribusi di PT.TPPI, oleh karena itu pada tugas akhir ini akan dilakukan analisa system perpipaan dari heater02 menuju Reaktor sebagai acuan untuk repair dan dengan menggunakan simulasi pada software Caesar II dan pengujian akan didapatkan nilai tegangannya. Dengan demikian, Analisa system perpipaan pada heater02 menuju reactor dapat digunakan sebagai acuan perusahaan agar tidak salah melakukan repair desain dan tidak menyebabkan kerusakan.*

**Kata kunci :** Analisa jaringan pipa, CaesarII, Allowable stress, ASME B31.3, Pengujian Impact

## 1. PENDAHULUAN

*Trans Pacific Petrochemical Indotama atau TPPI adalah perusahaan petrokimia dan refinery terbesar di Asia Tenggara. Dalam menunjang distribusi produk-produk tersebut PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama menggunakan sistem perpipaan. Namun yang terjadi pada PT.TPPI pipa proses penyalur hydrocarbon ( $C_2H_4$ ) dari heater02 menuju reactor mengalami retak (crack) yang mengakibatkan kebocoran. Hal tersebut diduga terjadi karena ada beban dari luar yang membebani system perpipaan.*

Guna menghindari terjadinya kesalahan dalam melakukan perbaikan akan dilakukan analisa agar langkah perbaikan menjadi tepat dan diharapkan tidak kembali terjadi *crack* pada instalasi pipayang dapat menyebabkan kebakaran, kebakaran yang terjadi pada pipa penghubung dari *heater02* menuju *reactor* yang dapat membahayakan serta merugikan perusahaan.



Gambar 1 Crack pada elbow 90°

Tujuan dalam penelitian ini akan dilakukan analisa tegangan pada desain menggunakan *CaesarII* untuk mengetahui tegangan tertinggi yang kemungkinan dapat terjadi ketika jalur pipa mendapat beban dari luar yang nantinya beban tersebut didapatkan dari pengujian impact untuk mengetahui besar beban dari luar yang mempengaruhi kerusakan pada jalur pipa dari *heater02-reactor* tersebut dan pengaruh pengantian schedule ketebalan pipa.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Tentang Caesar II

CAESARII adalah program computer untuk perhitungan Stress Analysis yang mampu mengakomodasi kebutuhan perhitungan Stress Analysis. Software ini sangat membantu dalam Engineering terutama di dalam desain Mechanical dan system perpipaan. Pengguna CaesarII dapat membuat permodelan system perpipaan dengan menggunakan "simple beam element" kemudian menentukan kondisi pembebanan sesuai dengan kondisi yang dikehendaki. Dengan memberikan/membuat inputan tersebut, CaesarII mampu menghasilkan hasil analisa berupa stress yang terjadi, beban, dan pergeseran terhadap system yang kita analisa.

## 2.2 Kombinasi Load Case

Standard load case yang direkomendasikan oleh Caesar II terdapat unsur berat (W), temperatur (T) dan tekanan (P). Kombinasi load case yang terjadi adalah:

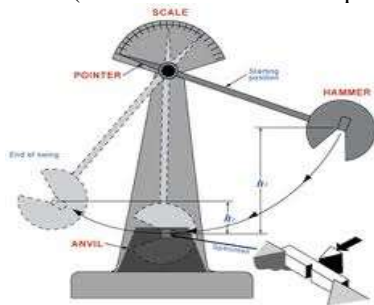
1. Load case akibat hydrotest  $L1=WW+HP$
2. Load case akibat sistem bekerja (operating)  $L3= W+P+T$
3. Load case akibat sustained load  $L4= W+P$
4. Load case akibat operating dan occasional  $L5= W+P+T+U$ ,  $L6= W+P+T+WIN$
6. Load case akibat occasional load  $L7= L5-L3$ ,  $L8= L6-L3$
7. Load case akibat thermal expansion  $L11= L3-L4$

Suatu sistem perpipaan dapat dikatakan aman apabila beban tegangan yang terjadi mempunyai nilai rasio lebih kecil atau sama dengan 1 dari tegangan yang diijinkan (*allowable stress*) oleh pipa yang dianalisa, sebagaimana telah ditetapkan dalam code maupun standard. Code adalah Dokumen yang mengatur persyaratan-persyaratan minimal dari suatu desain, material, fabrikasi, instalasi, pengetesan, inspeksi dalam sistem perpipaan (ASME, 2012). Standard adalah Dokumen yang mengandung peraturan desain dan konstruksi dan persyaratan individu dari komponen perpipaan seperti pipa, *elbow*, *fitting*, *flange*, *valve*, *gasket* dan lain-lain (ASME, 2012). Pemakaian code dan standard tersebut harus sesuai dengan proses pada sistem perpipaan yang digunakan.

## 2.3 Pengujian Impact

Metode pengujian ini menggambarkan pengujian benturan dengan bentangan Bahan logam dengan uji Charpy (simple-beam) dan Uji Izod (kantilever-balok).

Pengujian ini berguna untuk melihat efek-efek yang ditimbulkan oleh adanya takikan, bentuk takikan, temperatur, dan faktor-faktor lainnya. *Impact test* bisa diartikan sebagai suatu tes yang mengukur kemampuan suatu bahan dalam menerima beban tumbuk yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan *specimen* dengan ayunan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.12 dibawah ini : (Sumber : ASTM E23 Impact Test)



**Gambar 2** Mesin Uji Impact  
Sumber : ASTM E23 Impact Test

Besarnya energi *Impact (joule)* dapat dilihat pada skala mesin penguji. Sedangkan besarnya energi *Impact* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$E_o = W \cdot h_o \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$E_1 = W \cdot h_1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta E = E_o - E_1 \\ = W (h_o - h_1) \quad \dots\dots\dots (3)$$

dari Gambar 2.13 didapatkan maka di dapatkan persamaan :

$$h_o = l - l \cos \alpha \\ = l (1 - \cos \alpha) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$h_1 = l - l \cos \beta \\ = l (1 - \cos \beta) \quad \dots\dots\dots (5)$$

dengan substitusi persamaan 2.11 dan 2.13 pada 2.14, maka di dapatkan persamaan :

$$\Delta E = W l (\cos \beta - \cos \alpha) \quad \dots\dots (6)$$

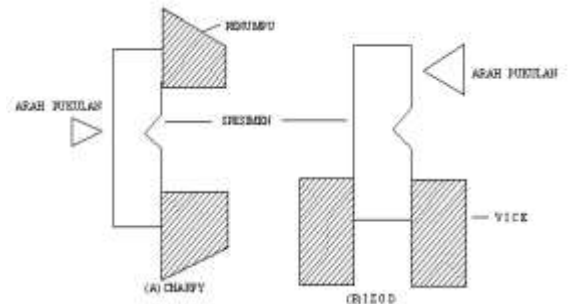
Untuk mengetahui kekuatan *Impact /Impact strength* ( $I_s$ ) maka energi *impact* tersebut harus dibagi dengan luas penampang efektif *specimen* (A) sehingga :

$$I_s = \Delta E / A \\ = W l (\cos \beta - \cos \alpha) / A \quad (7)$$

## 2.4 Metode Pengujian Impact

Metode pengujian *Impact* dibedakan menjadi 2 macam yaitu Metode *Charpy* dan Metode *Izod*

- 1) Metode *Charpy*
- 2) Metode *Izod*



**Gambar 3** Metoda pengujian *charpy* (a) dan *izod* (b)

## 1.1.3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian Impact

Hasil dari pengujian impact yang dilakukan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dapat dilihat pada **Tabel 1** dibawah ini

**Tabel 1** Hasil pengujian Impact

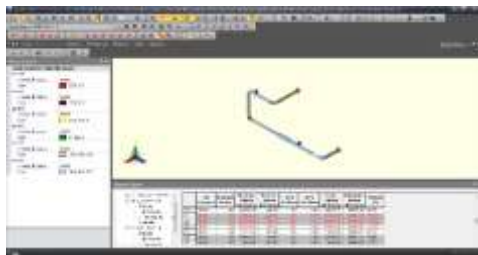
Spesi men	Temperat ur (°C)	Impact hasil Uji (Joule)	Impact hasil Uji (lb.in)
1	527	123	1088,424
2	527,5	124	1097,104

### 3.2 Pemodelan Kondisi Existing

Hasil dari pemodelan dengan CaesarII dengan nilai terbesar pada kondisi ekspansi dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



(a) Input data Kondisi existing



(b) Hasil pemodelan Kondisi existing

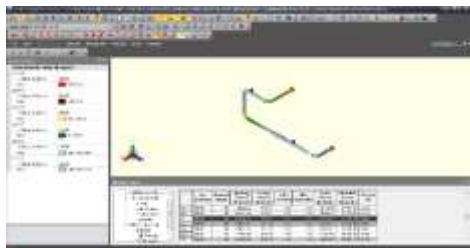
**Gambar 4** Pemodelan kondisi existing

### 3.3 Pemodelan Schedule 80s

Hasil dari pemodelan dengan CaesarII dengan schedul yang dirubah menjadi 80s nilai terbesar pada kondisi ekspansi dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



(a) Input data Schedule 80s



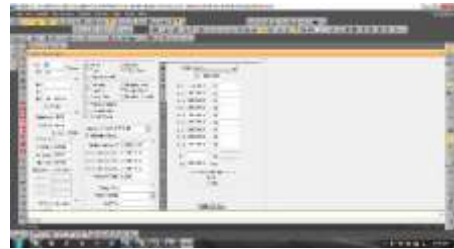
(b) Hasil pemodelan Schedule 80s

**Gambar 5** Pemodelan Schedule 80s

### 3.4 Pemodelan Schedule 120s

Hasil dari pemodelan dengan CaesarII dengan schedul yang dirubah menjadi 120s nilai terbesar pada

kondisi ekspansi dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



(a) Input data Schedule 120s



(b) Hasil pemodelan Schedule 120s

**Gambar 6** Pemodelan Schedule 120s

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil yang didapatkan pada pemodelan caesarII dari desain existing dengan schedule 40s yang ditinggikan menjadi schedule 80s dan 120s bisa dijadikan penyelesaian dalam kasus ini, dikarenakan dengan peningkatan schedule 80s dan 120s nilai stress yang didapatkan dari pemodelan *CaesarII* tidak mengalami over stress. Namun, dari hasil yang didapatkan dari pemodelan pada schedule 80s dan 120s yang lebih baik ada pada schedule 80s, dikarenakan nilai stress factor paling tinggi ada pada node 88-89 sebesar 90,26% dan pada schedule 120s ada pada node 120-130 sebesar 93,74%. Jadi dapat disimpulkan pengantian schedule 80s dapat dijadikan penyelesaian dalam kasus yang ada pada *PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama*.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi, motivasi, kasih sayang, do'a, dan nasehat hidup bagi penulis.
2. Bapak Raden Dimas Endro Witjonarko, selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
3. Bapak Mardi Santoso, selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan

- bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
4. Senior teknik perpipaan yang mau berbagi pengalaman dan dukungan dalam pengerjaan jurnal tugas akhir.
  5. Teman-teman seperjuangan teknik perpipaan angkatan tahun 2013 yang telah memberikan motivasi, warna kehidupan, dan kebersamaan.
  6. Pembimbing dari PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama yang namanya tidak dapat disebut satu persatu.
  7. Keluarga besar teknik perpipaan.

8. Pelatihan CAESAR II Tutorial 1. BY ANDREY PURUHITA
9. <http://www.atlassteel.com.au>. Atlas Steel : Grade Data Sheet Material 304, 304L, 304
10. [http://www.teknopoli.com/PDF/Gas\\_Density\\_Table](http://www.teknopoli.com/PDF/Gas_Density_Table) : Gas Density, Molekular Weight and Density
11. Pipe Drafting And Desain, Second Edition. By: Roy A. Parisher ! Robert A. Rhae

## 6. DAFTAR NOTASI

W	= berat (lb)
T	= temperatur (°C)
P	= tekanan (Psi)
E <sub>o</sub>	= energi awal (J)
E <sub>1</sub>	= energi akhir (J)
W	= berat bandul (N)
h <sub>o</sub>	= ketinggian bandul sebelum dilepas (m)
h <sub>1</sub>	= ketinggian bandul setelah dilepas (m)
ℓ	= panjang lengan bandul (m)
α	= sudut awal (°)
β	= sudut akhir (°)

## 7. DAFTAR PUSTAKA

1. Agustinus, D. (2009). *Pengantar Piping Stress Analisis*. Jakarta : Entry Augustino Publisher
2. ASME. (2013). *ASME Code For Process Piping B.31.3*, New York : The American Society Of Mechanical Engineers.
3. ASME. (2013). *ASME BPVC Section II Ferrous Material*. New York :
4. The American Society Of Mechanical Engineers. Chamsudi, A. (2005). *Diktat-Piping Stress Analisis*. Jakarta : Rekayasa Industri.
5. Grinnel ITT (1981), *Piping Design and Engineering*, ITT Grinnel Corporation. USA
6. ASTM (2011). ASTM E23-07a United States : Standart Test Methode for Notched Bar Impact Testing of Methalic Material.
7. TIJARA PRATAMA. (2004). *Analisa Dasar Pelatihan Tegangan Pipa*. Jakarta : TIJARA PRATAMA Inc.